# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

## Facultad Regional Buenos Aires



*LABORATORIO DE FÍSICA I*

*TRABAJO PRÁCTICO VIRTUAL*

MOA- PÉNDULO FÍSICO

|  |
| --- |
| **Curso: Prof.** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| AUXILIARES DOCENTES | | |
| 01 | J.T.P. |  |
| 02 | A.T.P. |  |
| 03 | A.T.P. |  |
| 04 | A.T.P. |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Alumno: APELLIDO y Nombre completos | | | | FECHA DE  ENVIO |
| **Sztrasberger, Federico Ariel / Suhr, Ulises Benjamin / Tamborini, Agustin** | | | | **07/10/2020** |
| *INFORME de T.P. GRUPO Nº 09* | | | | |
|  | **Recibido el :** | **Corregido por:** | **Reenviado con fecha:**  **/// ESTADO (APROB o DESAP.)** | |
| **1era Corrección** |  |  |  | |
| **2da corrección** |  |  |  | |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  | |
| **Indicaciones para las correcciones:** | | | | |
|  | | | | |

“T.P. : M.O.A - PÉNDULO FÍSICO”

INTRODUCCION TEORICA:

Un péndulo físico consta de cualquier cuerpo rígido suspendido de un eje fijo que no pasa por su centro de masa. El cuerpo rígido oscilará cuando se desplaza de su posición de equilibrio.

Si el cuerpo rígido se sujeta en un eje que pasa por un punto “O”a una distancia “*d”* del centro de masa, como se muestra en la **FIGURA 1**, la fuerza debido a la gravedad ***produce un Momento*** respecto de “O”, de magnitud

M= *mg .d sen*θ.

Como el Momento se escribe **M *= I* α**, donde *I* es el momento de inercia respecto al eje que pasa por “O” y “α” es la segunda derivada de la rapidez angular, se obtiene:

    



***FIGURA 1***

El signo menos indica que la fuerza de gravedad es una fuerza de restitución que produce un Momento que hace disminuir el ángulo θ. Para resolver esta ecuación, se supone que el péndulo físico se mueve en pequeños desplazamientos, tal que θ  0,2 radiane**s** , en este caso se puede usar la aproximación

*sen*θ ≈ θ y la ecuación diferencial del movimiento se reduce a:

*** (1)***

que tiene la misma forma que la ecuación que describe al **MOA** , por lo que en esas condiciones así es el movimiento del péndulo. Su solución es entonces:

***=A cos*(* t+0* ) (2)**

donde **A** es la amplitud que corresponde al máximo desplazamiento angular y ω es la frecuencia angular, : cuyo valor deduciremos a continuación:

Procedemos a derivar la (2)









La ec.(1) queda o sea



Sacamos factor común 

 como el 1er termino es distinto de cero, deberá ser:

 o sea    

El periodo del movimiento es:

   

Se pueden usar estos resultados para medir el momento de inercia de cuerpos

rígidos planos. Si se ubica el centro de masa y se mide *d*, se puede obtener el

momento de inercia midiendo el periodo del péndulo físico.

El periodo del péndulo físico se reduce al del péndulo simple, cuando toda la masa del cuerpo rígido se concentra en su centro de masa, ya que en este caso *I = md2*.

**DESARROLLO DEL T.P.**

***PUNTO1:* CÁLCULO DE MOMENTOS DE INERCIA de distintos cuerpos respecto de un eje de rotación que contiene al punto de suspensión “E”.**

INERCIA: Propiedad de un cuerpo que tiende a oponerse a toda variación en su estado de reposo o de movimiento.

 (1)

 **(2)**

Teniendo en cuenta la expresión de la formula **(2) I “Momento de Inercia**” será:

Propagando errores se obtiene**:**





 Si consideramos **** 

 **** 

**PUNTO 1 : CÁLCULOS DE MOMENTOS DE INERCIA**:

**FASE EXPERIMENTAL Y DE OBTENCIÓN DE DATOS**

* Determine el Centro de masa del péndulo físico. **(Ver anexo de la parte final del informe)**
* Suspenda el péndulo físico desde el eje de suspensión extremo “E1” y asegúrese que pueda oscilar libremente en un plano vertical.
* Con un cronometro, mida el tiempo “t” de n=10 oscilaciones completas y determine el periodo  medio Se sugiere comenzar con la cuenta desde “cero” cuando el péndulo pase por una de las posiciones extremas de la oscilación, o alcance su desplazamiento angular máximo con el observador mirando de frente al equipo. En este momento el péndulo se detiene muy brevemente, para comenzar una nueva oscilación. Anote los resultados.
* Con una regla graduada determine la distancia desde E1 al centro de masa.

 m

* Determine la masa del péndulo con una balanza.

 Kg

* Calcule el valor del momento de inercia y su correspondiente 

1. ***CALCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL CUERPO “L” (Lamina)***

Eje suspensión E1

**CUERPO ” L” (Lamina de forma irregular)**

d

***MEDICIONES***  dL

***Se determinaron los siguientes valores: mL***

**CML**

 Kg

 m ; luego determinamos para n=10 oscilaciones:

 s 



1. ***Calculo del Valor Representativo***



***2) Calculo del error absoluto:***

Sabemos que 



Con todos los decimales queda: 

0,00910290



finalmente expresamos el valor final, efectuando *los redondeos* correspondientes:

 



1. ***CALCULO DEL MOMENTO DE INERCIA DEL CUERPO “A”***

***(Lamina+ cilindro)***

**CUERPO “A” (Cuerpo Lamina “L” mas cilindro “C”**

**colocado en un punto extremo de la lamina)**

**MEDICIONES*:*  E1**

***Se determinaron los siguientes valores:***

***dA***

**CML**

mA

**CMA**

 Kg

 m ;

luego determinamos para n=10 oscilaciones

 s  s ; s



1. ***Calculo del Valor representativo***



1. ***Calculo del error absoluto***

Sabemos que 





Con todos los decimales queda: 





finalmente expresamos el valor final, efectuando los redondeos correspondientes:

 [Kg.m2]



**PUNTO 2 : PROPIEDAD ADITIVA**:

**Z TEOREMA DE**

**STEINER**

Eje baricéntico del cuerpo

Paralelo al eje (Z-Z)!!!!

d Z Eje principal de giro (Z-Z)

****

El **teorema de Steiner** establece que ***el momento de inercia con respecto a cualquier eje paralelo al eje que pasa por el centro de gravedad, es igual al momento de inercia con respecto al eje que pasa por el centro de gravedad más el producto de la masa por el cuadrado de la distancia entre los dos ejes.***

Para comprobar si cumple con la ***propiedad aditiva*** de los momentos de inercia habrá que considerar que el cuerpos ***A*** está compuestos por el cuerpo ***L*** y el cuerpo ***C*** ; con ayuda del **Teorema de Steiner** hallaremos su momento de inercia respecto del eje que contiene a “E1”y compararemos con el resultado del momento de inercia del cuerpo “A” obtenido anteriormente mediante la aplicación de la formula.

#### Se puede razonar de la siguiente manera: Calculo del momento de inercia del CUERPO “A” por aditividad

E1 E1

EJES PARALELOS

**+ d´**

IG cilindro= ½.m.r2

rc

mc

**Aplicando el teorema de STEINER**

** **

#### 

#### + +

#### Propagando errores a la fórmula de la suma de tres términos tendremos;

#### 

#### Si llamamos y

#### (1)

#### 

Si 



 

 (3)

Si 



 

 (2)

#### Reemplazando en (1) las expresiones (2) y (3)

#### 

## MEDICIONES:

Radio del cilindro “C” : 

Masa del cilindro mc : 

*Distancia ejes paralelos* del cuerpo “C”

al punto de suspensión:  d

**De la primer parte del TP obtenemos**

**el ya calculado valor de:**



**DESARROLLO DE LOS CALCULOS**

**1-CALCULO DEL VALOR REPRESENTATIVO**  

= Kg.m2



**2-CALCULO DEL VALOR DE LA INCERTEZA**  

=



Con decimales Kg.m2



Aplicando el criterio de redondeo nos queda:

Kg.m2por aditividad de los momentos de inercia



**CALCULO DE ERRORES RELATIVOS % Y CONCLUSIONES**

**El resultado del Momento de inercia “IA” calculado *mediante fórmula* fue de:**

Kg.m2



**El resultado del Momento de inercia “IA” calculado *mediante aditividad* fue de:**

Kg.m2



***CONCLUSIONES:***

**En función de los resultados podemos concluir que el método de cálculo de Momento por aditividad es más preciso. Su error porcentual es menor a la mitad del error porcentual del cálculo mediante fórmula. De todos modos el cálculo de momento mediante fórmula posee una precisión considerable y no se debe desestimar a la hora de hacer experimentos empíricos.**

**ANEXO : *DETERMINACION DEL CENTRO DE MASAS DE***

**UN RIGIDO DE FORMA IRREGULAR**

***PROCEDIMIENTO:***

**1-Se procede a suspender en el soporte el cuerpo rígido desde su punto de giro E1**



**Con una plomada colocada desde el punto**

**de suspensión E1 se procede a marcar la línea**

**vertical sobre la superficie de la lamina.** 

**Plomada**

**Se procede a continuación a girar el rígido hasta una posición diametralmente opuesta a la vertical y proceder con la plomada a la marcación de la segunda vertical sobre la superficie de la lamina**





**CENTRO DE MASA**

**Donde se cruzan las 2 verticales trazadas en la lamina es el punto donde se encuentra el centro de masas de este cuerpo rígido.**

**Si se procede a repetir este procedimiento de marcar las verticales desde muchos puntos periféricos del cuerpo rígido de la presente lamina observaremos que todos ellos se cortan exactamente en el centro de masa del mismo**

ANEXO : [Momento de Inercia de algunos cuerpos sencillos](http://www.fisica-facil.com/Temario/Dinamicarotacional/Teorico/Momento/temario.htm)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Cuerpo** | **Momento de inercia *Ic*** |  |
| **Varilla** delgada y maciza de longitud *L* respecto de uno de sus ejes que pasa por el centro |  |  |
| **Varilla** delgada y maciza de longitud *L* respecto de uno de sus ejes que pasa por su extremo |  |  |
| **Disco y cilindro** de radio *R* |  |  |
| **Cilindro** de radio *R y largo L* |  |  |
| **Esfera** de radio *R* ***maciza*** *uniforme respecto de un eje que pasa por uno de sus diámetros* |  |  |
| **Esfera** de radio *R* ***hueca*** *respecto de un eje que pasa por uno de sus diámetros* |  |  |
| **Aro** respecto de un eje que pasa por su centro |  |  |
| Placa Rectangular |  |  |
| Placa Rectangular |  |  |

El [**momento de inercia**](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/solido/din_rotacion/inercia/inercia.htm#Momento de inercia de una distribución de masas puntuales) **no es una cantidad característica como puede ser la masa o el volumen, sino que su valor depende de la posición del eje de rotación. El momento de inercia es mínimo cuando el eje de rotación pasa por el centro de masa.**